

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-77114

(43) 公開日 平成6年(1994)3月18日

(51) Int. Cl.⁵
H01L 21/027識別記号
庁内整理番号
7352-4M
7352-4MF I
H01L 21/30311 L
301 Z

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 (全7頁)

(21) 出願番号 特願平6-2956

(22) 出願日 平成5年(1993)1月12日

(31) 優先権主張番号 特願平4-174096/

(32) 優先日 平4(1992)7月1日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 宮地 章

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 松本 由佳子

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

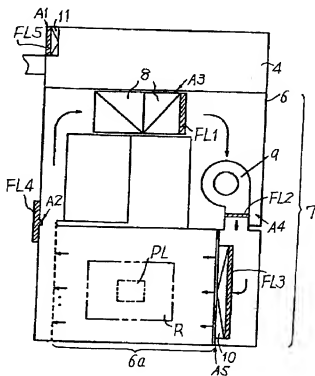
(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【目的】 光学材料の曇りによる照度低下を防止する。

【構成】 装置本体はチャンバー6内に設けられている。

チャンパー内には空調手段7が設けられており、イオン、ガス、有機物等の不純物を除去するフィルターFLをチャンパーの空気取り込み口A1、A2、もしくは空調手段の空気取り込み口A3、A4、A5に設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 紫外域の光を射出する光源と前記光源から射出された光をマスクに入射させる照明系部と前記マスクの像を所定の感光性物質が塗布された基板上に形成する露光部と装置全体を収容するチャンパーと前記チャンパー内を空調する空調手段とを有し、

前記紫外域の光と光化学反応を引き起こす不純物を除去する不純物除去フィルターとを有し、
前記不純物除去フィルターを前記チャンパー内の空気取り込み口もしくは空調手段の吸排出口に設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記不純物除去フィルターはイオン交換物質と活性炭炭を含んだ樹脂のフィルターとゼオライトを含んだフィルターとの少なくとも 1 つにより構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 3】 前記チャンパー内の空気取り込み口は、前記照明系部の空気取り込み口、もしくは前記チャンパーの外気取り込み口であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 4】 前記チャンパー内の異物を除去する異物除去フィルターを前記チャンパー内の空気取り込み口もしくは前記空調手段の吸排口に設け、

前記異物除去フィルターを通過する空気の流れ方向に関して前記不純物除去フィルターを前記異物除去フィルターの前に配置したことを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は露光装置に関し、特に紫外域の光を射出する光源（エキシマレーザ、高調波レーザ、水銀ランプ等）を有する露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体集積回路はますます集積度を高め、回路の最小線幅をサブミクロンで形成されることが要求されるようになってきた。このような微細化の手段の 1 つとして、半導体集積回路作成用の投影露光装置の光源の波長を短くすることが考えられる。投影露光装置用の短波長の光源としては、現在波長 248 nm の KrF エキシマレーザ、波長 193 nm の ArF エキシマレーザ、Ti:サファイアの高調波、波長 266 nm の YAG レーザの 4 倍高調波、或いは波長 213 nm の YAG レーザの 5 倍高調波等が注目されている。

【0003】 図 5 はこのようなレーザ露光装置を上面から見た概略図であり、不図示の光源から射出した光は照明系部 4 を介して所定の回路パターンが形成されたレチクル等のマスク R を照明し、回路パターンを感光基板（ウェハ）上に転写する。これらのマスク、ウェハはチャンパ 6 内に設けられた 2 つのステージ上に夫々設けられており、チャンパ 6 内には空調システム 7 が設けられ

ている。空調システム 7 はチャンパ内の環境を一定に保つためのものである。このため空調システム 7 は、温度調整機 8 によって温度制御された空気をファンにより一定の風速で空調システム内を循環させる。装置本体部 6 a への空気の流入口には HEPA (High Efficiency Particulate Air) フィルター 10 が設置され、パーティクル（異物）の装置本体部 6 a 内への混入を防ぎ、装置本体部 6 a 内の清浄度があるレベル以上に保たれるようになっている。

【0004】 また、従来、g 線、i 線など光源波長が長い露光装置による半導体パターン形成は、ノボラック系とよばれるノボラック樹脂と感光剤からなるレジスト（感光製樹脂）を露光・現像するという、既に定したプロセスとして行われてきた。ところが光源波長が例えばエキシマレーザの 248 nm の光源波長と短くなると、樹脂の光吸収が増大するなどの理由から、このノボラック系レジストでは形状（断面形状等）の良いパターンが形成できない。そこでエキシマ等短波長の光を使った露光装置向けとして、化学増幅型と呼ばれる新しいタイプのレジストが登場した。この化学増幅型レジストは、そのパターン形状、解像力、感度などの特性の良さから現在の主流となってきた。化学増幅型レジストは一般的に樹脂、感光性の酸発生剤、溶解促進剤或いは架橋剤からなる。そして、露光によって酸発生剤から酸が発生し、露光後のベーク（P E B）時にその酸が触媒となって溶解促進剤或いは架橋剤の反応を促し、現像によってパターンを形成するというものである。溶解促進剤を用いたものはポジタイプのパターンを形成し、架橋剤を用いたものはネガタイプのパターンを形成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記装置には照明系部 4 を初めとしてレンズ（リレーレンズ、投影レンズ P L 等）、ミラー等の種々の光学系が用いられており、紫外域の光（UV 光）の照射にともない光学系の光学材料に曇りが発生して透過率が減少する。このため、従来の装置ではウェハ面上に到達する UV 照射量が低減するという問題点があった。この曇りは光学材料に何らかの物質（不純物）が付着したものであり、イオンクマツ法で分析した結果、多くは (NH₄)₂SO₄（硫酸）であることが判った。また ESCA、SEM 等で分析した結果、酸化珪素 (SiO_x) がレンズ、ミラー表面に付着している場合もあった。酸化珪素の場合は表面が滑らかでない場合は散乱を生じる。また、滑らかであっても光学材料の表面に設けられた反射防止膜又は高反射膜に不純物が付着した場合には反射防止膜の反射率の適性条件を外すこととなり、すなわち透過率または反射率を低下させることとなり結果として照度低下を招くこととなつた。

【0006】 この生成物は何らかの要因で存在するアンモニウムイオン NH₄⁺ 及び硫酸イオン SO₄²⁻、ある

いは有機シラノールが、光学部材のUV光が照射される部分に光化学反応的に付着したものと考えられる。これらのイオンまたは化合物分子は照明系内の保持材、遮蔽部の表面から発生したもので、空気中にもともと存在するもの、あるいはUV光照射によってイオン化したものであると考えられてきた。照明系内の保持材、遮蔽部として多く使用されているものにはブラックアルマイト(BAm)等がある。BAm材にはジアン染料が使用されており、また、BAm処理工程で硫酸を使用するため、硫酸

【0007】N: 雰囲気とO₂: 雰囲気と水蒸気を多く含んだ通常の空気雰囲気との3つの雰囲気中の各々でBAm材にUV光を照射して光学材料の汚れを測定した。そして各測定結果を比較した結果、水蒸気を含む空気雰囲気中が最も多くのアンモニア基、硫酸基が発生し、次にO₂: 雰囲気中がこれらのイオンの発生が多かった。即ち、空気中の水の介在によって汚れが促進される可能性が高いことが確認された。また、O₂にUV光を照射すると反応性に富んだオゾン、即ち活性化したオゾンとなり、それが保持材等の壁面からのイオンの発生や空気中の

【0008】一方、装置の汚れ具合の設置環境依存性を調べた結果、クリーンルーム内にはアンモニア基、硫酸基、硝酸基等のイオン性の物質が多く存在していることと、場所によってはHMDS(ヘキサメチルジシラン)、トリメチルシラノール等の有機シランが多く検出された。HMDSはウェハ上に感光材料を塗布したときに表面処理材としてよく用いられる材料であり、トリメチルシラノールはHMDSが加水分解してできる物質である。調査の結果、光学材料の曇り物質(NH₃)、SO₂、SiO₂と環境中に含まれている上記不純物(アンモニア基、硫酸基、硝酸基等のイオン性の物質、有機シラン)の量と極めて良い相関関係があることが判った。

【0009】このように光学材料の汚れ具合、状況を詳細に検討した結果、汚れ物質の源泉は装置(照明系部、露光部等)内にあるのではなく、装置を設置する環境にあることが判明した。従来はこの種の装置にはフィルターとしてHEPAフィルターが使用されているが、HEPAフィルターはパーティクル除去用のフィルターなのでこの様な光化学反応を引き起こすイオン、有機シラン等の不純物を除去することはできない。

【0010】またこれら紫外線露光装置用のレジストとして使用されている化学増幅型レジストは解像力、感度の面からは優れるが、露光による酸発生及びPEBによる酸の触媒作用の制御が難しく、安定性に欠けるといった問題がある。特にボジ型のレジストの場合は、露光が

らPEBの間の雰囲気中にアンモンなどの塩基性のガスがあると、露光によりレジスト表面付近で発生した酸が塩基性ガスと反応して空気中に逃げ、本来現像液に溶解すべき被露光部が難溶化する。即ち、表面難溶化現象も生じている。図4(a)はノボラック系のレジストを使用し、g線、i線を露光波長に持つ露光装置で形成した矩形形状の断面パターンを示している。化学増幅型のボジレジストを用いて同様のパターンを形成しようとした場合、難溶化層ができると、形成されたパターンは図4(b)に示すように上部に「ひし」をもつT型になる。このようにパターンがT型となると、エッチング等の後工程に大きな支障となってしまう。パターンを忠実に再現できなくなってしまう。クリーンルームの空気中にはこれらの塩基性のガスが存在していることも少なくないため、化学増幅型レジストの使用に妨げとなっていた。

【0011】本発明はこのような従来の問題点を鑑みてなされたもので、光学材料の曇りによる照度低下や化学増幅型レジストの表面難溶化現象等の露光時の弊害を引き起こす不純物(イオン、ガス、有機物質等)を除去することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために本発明では、紫外域の光を射出する光源(1)と光源から射出された光をマスクに入射させる照明系部(4)とマスクの像を所定の感光性物質が塗布された基板上に形成する露光部(6a、PL)と装置全体を収納するチャンパー(6)とチャンパー内を空調する空調手段(7)とを有し、紫外域の光と光化学反応を引き起こす不純物(イオン、ガス、有機シラン)を除去する不純物除去フィルター(FL)とを有し、不純物除去フィルターをチャンパー内の空気取り込み口(A1、A2)もしくは空調手段の吸排出口(A3、A4、A5)に設けた。

【0013】

【作用】イオン交換繊維などのイオン吸着用のフィルター、活性炭炭あるいはゼオライトを含んだ不純物吸着フィルターを空気取り込み口に挿入することによって、空気中の上記イオン、ガス、あるいは有機シラノール等の不純物の流入を防ぐことができる。装置本体チャンパー内では空調のために空気を循環させているので、例えば温度調整機の出口、空気循環用のファンの後、HEPAフィルターの手前など空気の通り道にフィルターを設置しておけば効果的にイオン、ガス、有機シラノール等の不純物を吸着することができ、チャンパー内の空気中のイオンや有機シラノール等の不純物分子が低減する。また、照明系など特に空気を循環させていない系でも、空気を取り込む可能性のある部分にフィルターを設置することによって、最初から系の空気中に存在したイオン、ガス、有機シラノール等の不純物以上にイオンが流入す

ることを防ぐことができる。また、照明系部は容易に外気と遮断できるため、系を閉じた形にし、窒素ガス等の装置雰囲気とは異なるガスを供給することによって、外気の新たな流入を防ぐことができる。

【0014】このような空気中のイオン、ガス、有機シラノール等の不純物の除去によって、光学系の汚れを低減することができる。また、上記フィルターでアミンなどの塩基性のガスを吸着することによって、露光時及び装置内での露光動作時に起こり得るレジストとガスの反応が低減し、化学増幅型ポジレジストの表面難溶化を抑えることができる。

【0015】

【実施例】本発明の一実施例について図面を参照にして説明する。図1はレーザ光源を用いた露光装置の概略を示す図であり、図5と同様の部材には同様の符号を付し示す。Krf系やArF系のエキシマレーザ等の光源1から射出されたエキシマ光（以下UV光という）は不図示のビーム整形形に必要なビームの形状及び大きさに整形された後、リレーレンズ3を経て、照明系部4に入射する。照明系部4はフライアイレンズ等のオブチャリテングレータやコンデンサレンズ等の照度均一化手段、各種レンズやミラー等からなる。照明系部4からの光は所定のパターンが形成されたマスクRに入射し、マスクパターンを投影光学系（屈折系、反射系、反射屈折系）PLを介してXYステージ15上に載置されたウェハWに結像する。さらに、投影光学系PLとウェハWとXYステージ15とを不図示のステージ等の駆動系は本体チャンバ6a内に設けられている。本体チャンバ6aは装置本体を一定の環境（清浄度、温度、圧力、湿度等）に維持している。また、XYステージ15上にはその表面がウェハWの表面とほぼ等しい平面内となるように照度モニタ13が設けられている。また、本体チャンバ6a内にはチャンバ内のイオン濃度やイオンの極性や塩基ガス濃度をモニタするイオンセンサ14が設けられている。本実施例では、ウェハW上には化学増幅型の感光材が塗布されているものとする。これらの照度モニタ13やイオンセンサ14からの情報は主制御系100に送られ、露光装置の動作のための情報として使用される。また、主制御系100はステージ15の制御の他、装置全体を総括的に制御する。

【0016】さらに、本体チャンバ6aの外気取り込み口A2や照明系部4の外気取り込み口A1や空調システム7（図2）の空気循環路中にはイオン、ガス、有機シラノール等の不純物除去用のフィルターFL（以下「不純物除去用のフィルターFL」という）が設けられている。図2は図1の露光装置を部分的に示す図であり、図1の装置を上から見た図である。本実施例の露光装置は、露光装置本体部分を含む本体チャンバ6aと空調システム部分7と照明系部4とがイオンチャンバ6内に配置される構成となっており、図2で照明系部4からの照

明光は本体チャンバ（露光装置本体部分）6aまで届かされるものとする。

【0017】図2に不純物除去用のフィルターFLの設置場所を示す。本装置では空調システム7でチャンバ6内が空調されており、チャンバ6内に空気流があるので、その通り道に不純物除去用フィルターFLを設けるようにすればよい。空調システム7は温度調整機8、ファン9、HEPAフィルター10等で構成されており、具体的には、温度調整機8の出口A3に不純物除去用フィルターFL1を設け、ファン9の出口A4に不純物除去用フィルターFL2を設け、HEPAフィルター10の手前（空気の流れ方向に関して手前）に不純物除去用フィルターFL3を設けている。このように不純物除去用フィルターFLで不純物を除去した後、HEPAフィルターで異物を除去するようにしたのは不純物除去用フィルターFLを空気を通過するとき発生する異物を除去可能とするためである。また、不図示のコンプレッサ部の外気吸入口にも不純物除去用フィルターFLを設置してイオン等の不純物を防ぐようにしてもよい。

【0018】また、空気の取り込み口がメンテナンス作業で最も便利であり、ここに不純物除去用フィルターFL4を設けてもよい。さらに、温度調整機8の空気流の充分まわらない照明系部4でも空気を取り込む可能性のあるところには、パーティクル流入を防ぐHEPAフィルター11と共に、不純物除去用フィルターFL5を設置するようにしてもよい。不純物除去用フィルターFLの前にファンを設ければ更に効果的である。

【0019】また、図3に示すように照明系部4内にチャンバ6から空気流を取り始めるように、照明系部4とチャンバ6との境界部分に開口部12、13を設けて、夫々に不純物除去用フィルターFL6、FL7を設けてもよい。このように、照明系部4は空気取り入れ口に不純物除去用のフィルターを設置することにより有害イオンの新たな流入を防ぎ、光学系曇りの進行を遅くすることができる。また、チャンバ6とつなげて空気流を循環するようにした場合は、有害イオンは低減していくので、光学系曇り防止効果が増大する。

【0020】次に不純物除去用フィルターFLについて詳細に説明する。イオン除去用のフィルターFLとしてはイオン交換樹脂・イオン交換繊維等があるが、表面積及び反応速度が大きく成形加工が容易ことから表面積処理用としてはイオン交換繊維等が適当である。イオン交換繊維は例えばポリプロピレン製繊維から放射線グラフト重合によって作られる。

【0021】イオン交換繊維には酸性カチオン交換繊維と塩基性アニオン交換繊維の2種類があり、目的とするイオンの極性によって使い分ける。本実施例では両方のフィルターを用いて、 NH_4^+ やアミンなどの陽イオンや塩基性ガスは前者で、 SO_2 又は NO_x などの一イオンや酸性ガスは後者で吸着することができ、例えば

NH₄⁺は、強酸性カチオン交換繊維との中和反応によって、低濃度でも約90%以上は吸着することが可能である。また、-イオンは塩基性アニオン交換繊維との中和反応で吸着される。これらのイオン交換樹脂はあくまでイオン性の不純物の除去を目的としており、有機物質の除去には適していない。活性炭フィルターは殆どの不純物（イオン、ガス、有機シラン等）に対して基本的に有効であるが、一般的には有機化合物の分子サイズの大さきも、分子間力の大さきも、水への溶解性の低いもの、極性の低いものほど吸着性は高い。従って、従って、イオン交換樹脂で取りきれない有機物質、例えばトリメチルシラン、HMDS等の有機シランの除去には有効である。活性炭フィルターの選定には、活性炭の表面積、平均細孔径を考慮するとともに、活性炭の形状、発塵性を考慮する必要がある。表面積が大きく分子量に合わせた細孔径を有するものがよい。ここでは圧力損失を鑑み、表面積500〜3000m²/g、細孔径9〜30オングストロームの活性炭をポリエステル系のウレタン繊維に含浸させたクラレケミカル（株）製のクラクティブ、あるいはエキストラクションシステムインのベーパーソープ（Vapor Sorb.）の1074の活性炭が望ましい。活性炭に酸性物質あるいは弱アルカリ物質を添着したものはイオン性の不純物の除去にも特に有効である。これらとして、クラレケミカル（株）のクラシートT又はB、ベーパーソープ1073Kがある。ゼオライトは活性炭と同様に殆どの不純物（イオン、ガス、有機シラン等）に対して有効であり、除去する不純物のサイズに応じて細孔径を選択する必要がある。

【0022】この様な、活性炭やゼオライトのフィルター単体でもある程度不純物を除去可能ではある。しかしながら、こうした吸着材は最適化のため目的とする不純物の分子サイズに合わせて細孔径を決めているため、イオン性物質を除去するには充分でない場合がある。そこで、イオン交換樹脂フィルターではイオン性物質の除去を行い、活性炭フィルターあるいはゼオライトフィルターでは有機物質の除去を行うというように役割を分担させ、2つのフィルターを複合化した方が効率的な場合もある。このような2つのフィルターの複合化は複数の不純物が混在している場合に特に効果的である。

【0023】ここで、前述のイオンセンサ14によりイオンの極性や濃度をモニタし、その結果に応じて適切なイオン除去フィルターF1を設置するようにしてもよい。+、-の両極性のガスが存在する時は2種類のフィルターを重ねて使用する。また、空気の通り道にフィルターを設置することにより露光装置内の汚染源は減少する。

【0024】さらに、有害イオン発生を抑えるためには、発生源の因となつていて保持材・遮蔽材をよりイオン発生が少ない材料に変更し、水、O₂の影響を無くすためにN₂フローすることが考えられる。ただし、チ

ャンパー部全体をN₂フローするためには相当量のN₂が必要であり、ウェハ出し入れ時に窒息の可能性があるなどの問題から、UV光強度の比較強い照明系部をN₂置換する程度でもよい。

【0025】詳細な検討の結果、曇り物質の源泉は露光装置の置かれているクリーンルーム環境に含まれているNH₄⁺、SO₄²⁻、HMDS、トリメチルシラン等の特定の不純物であることが分かっている為、照明系部にはN₂フロー以外にもクリーンルームの雰囲気とは異なる乾燥空気、He、Ar等の不活性ガスで系内部を置換するか、あるいはフローさせるだけでも露光装置の照明系部内の汚染を防止することができる。

【0026】また、イオン交換繊維フィルター等の不純物除去フィルターと空気層流によってチャンパー内のアミン等の塩基性ガスが減少するので、露光動作時のウェハ上でアミンガスと化学増幅型レジスト被露光部分の反応も低減する。これによって、化学増幅型レジストで問題となっていた表面溶化、及びパターンのT型化を防ぐことができる。

【0027】以上のように、イオン除去用フィルターF1を外気の取り込み口や空調機の吸引、排出口に設けたので、光学材料のUV照射部に化学反応的に付着する物質（イオン等）が装置内において低減する。このため、光学材料に曇りを発生させることなく露光を行うことができる。又、照明系部は除去用フィルター設置以外は閉じた系とし、クリーンルームの汚れた空気を系内に入らない様にすることにより装置内（特に照明部内）の曇りを防止することができる。

【0028】また、不純物除去用フィルターF1を設けたので、塩基性のガスが除去され、化学増幅型レジストの使用上での問題点が解決され、化学増幅型レジストを積極的に使用することができるようになる。ここで、不純物除去用フィルターF1が汚れてしまいイオン等の付着物質の除去能力が減少すると光学材料に曇りを生じてしまう。そこで、前述の照度モニタ13を用いて定期的に照度をモニタし、照度の低下量が許容値（実際の露光での照度低下許容値に対し小さく設定された許容値）を超えた場合に不純物除去用フィルターF1を交換するようにすればよい。また、不純物除去用フィルターF1を定期的に交換するようにしてもよい。交換のタイミングは照度モニタによる照度低下量の検出結果から予め決めておいてもよく、経験的に定めるようにしてもよい。

【0029】また、イオンモニタ14によりイオンの濃度や塩基性ガスの濃度を検出し、夫々の濃度が許容値内となつてから露光を行うように装置を制御してもよい。さらに、露光中にイオンの濃度や塩基性ガスの濃度を検出し、許容値を超えた場合は露光を停止し、イオン除去用フィルターF1を交換するようにしてもよい。光源1はエキシマレーザに限定されるものではなく、銅蒸気レーザ

やYAGレーザ等を用い、その高調波を露光に用いるようにしてもよい。

【0030】また、有機シラン系の不純物については時々、資料用カラムに露光装置内の空気を吸着させ、ガスクロマトグラフ、及びガスクロマトグラフ・マススペクトロスコピー（GC-マス）により空気成分を分析し、フィルターの交換目安にしてもよい。光源1はエキシマレーザに限定されるものではなく、銅蒸気レーザやYAGレーザや或いはTi:サファイアレーザ等を用い、その高調波を露光に用いるようにしてもよい。また紫外域のランプを用いた露光装置にも適用される。

【0031】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、レーザ露光装置内のイオン、ガス、有機物質等の不純物を除去することができるフィルターを設けたので、光学材料の曇りによる照度低下を防止することができる。また、塩基性のガスが除去され、化学増幅型レジストの表面溶融化現象が低減し、より高解像度の露光が実現可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による露光装置の概略を示す図である。

【図2】図1の装置を上面から見た概略図である。

【図3】図2の装置から照明系部に空気取り込み口を設けた図である。

【図4】(a)ノボラック樹脂系のレジストを使用した場合のレジストパターンを示す図である。

(b)化学増幅型のレジストを塩基ガス雰囲気中で使用した場合のレジストパターンを示す図である。

【図5】従来の露光装置の概略を示す図である。

1…光源

4…照明系部

6…チャンバ

7…空調システム

10…HEPAフィルター

13…照度モニター

14…イオンモニター

15…XYステージ

100…制御系

R…レチクル

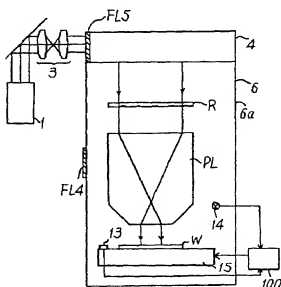
W…ウェハ

PL…投影光学系

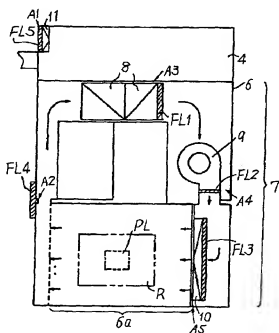
FL1、FL2、FL3、FL4、FL5、FL6、FL7…不純物除去用フィルター

L7…不純物除去用フィルター

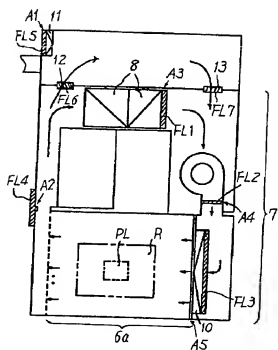
【図1】



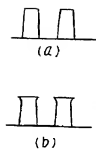
【図2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

